03｜用一通电话带你遍历移动通信基础

2021-06-11 杨四昌

《说透5G》

课程介绍 >

讲述：孟冬阳

时长 11:26　大小 10.48M

你好，我是杨四昌。

通过前一节课的介绍，我们已经对 5G 涉及的范围和内容有了整体的认识。现在我们进入到“从技术视角看 5G”这个模块的学习，在这里我会用 8 节课的时间与你一起顺着 5G 技术标准和 5G 解决方案这两条主线，从不同角度来了解和学习 5G。

由于 5G 涉及的领域比较多，涉及的知识又极为宽泛，为了帮助你更好地学习，我必须要先介绍**一些移动通信行业必备的基础知识**。这就好比你盖房子总得打好地基一样，地基稳房子才能稳。你知道 5G 的全称叫什么吗？第五代移动通信技术。你说你学第五代移动通信技术，却对移动通信基础知识一无所知，这于情于理都说不过去吧？

不要担心，虽然这一讲看上去概念很多，但我会用一通电话帮你把它们都串起来，我们先来进行下这通电话的剧情设定。

男主人公小王，是一名科技企业工程师，住在北京上地；女主人公小兰，在传媒行业工作，住在北京国贸大望路。他俩认识一段时间了，小王这天好不容易要到小兰的电话，下班回家后要鼓起勇气给小兰打个电话。

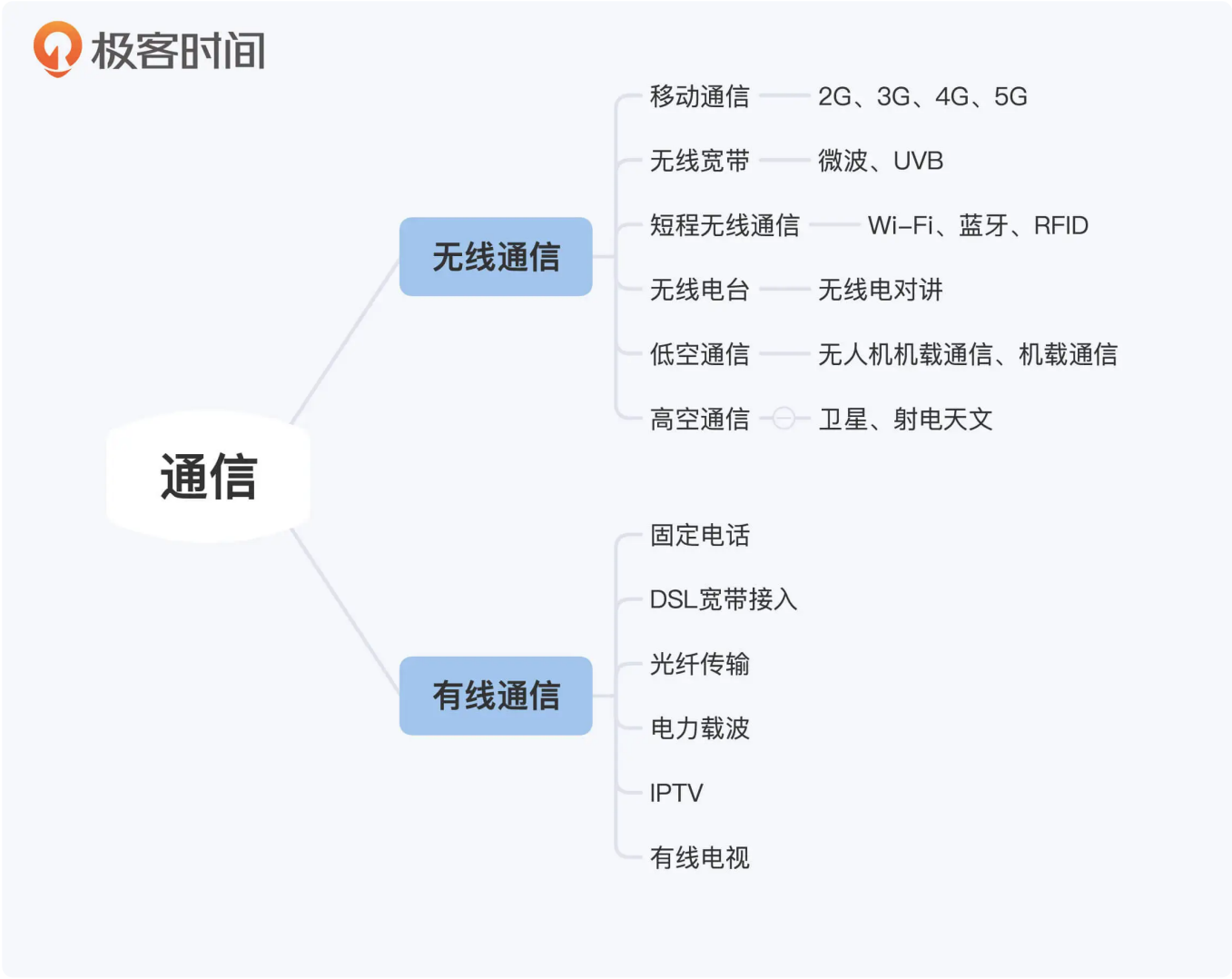
在后面的讲解中，我会把小王和小兰打电话的这个过程逐步展开，你能通过这通电话了解到整个移动通信的基础知识，为你在后来的 5G 学习中打好基础。

首先我们先来看移动通信到底是什么。

移动通信是什么

移动通信是一种通信方式。通信又包括有线和无线通信，顾名思义，它们的区别就在于需不需要线缆来传输信息。我们日常使用的手机，就是属于无线通信领域下的一种移动通信技术应用。

我这里画了一张通信方式的划分图，看完这张图你就清楚移动通信和通信之间的关系了。



通信方式的划分图

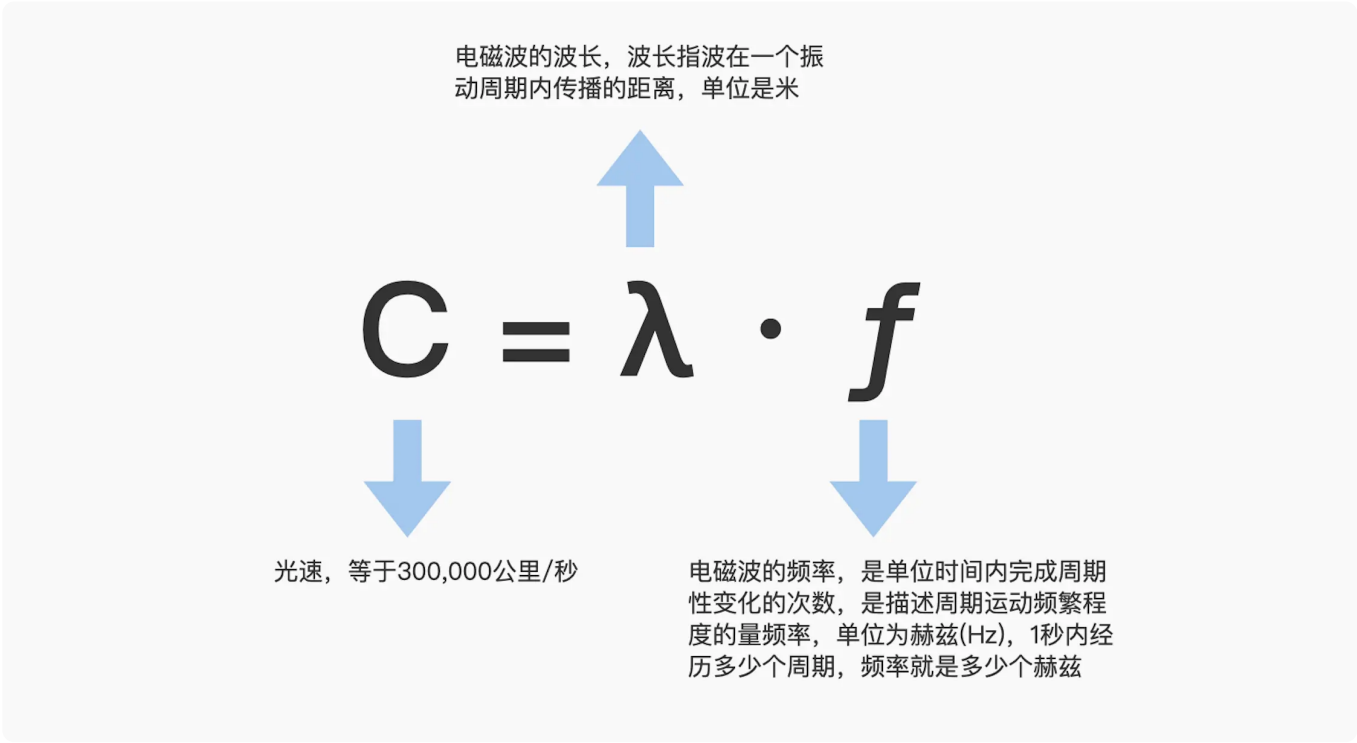
可以看到，无论是无线通信还是有线通信，在我们的生活中都有诸多应用，都是我们生活中不可缺少的部分。当然，在这门课中，我还是会将重点放在移动通信上，特别是我会用手机串起一整个移动通信流程说给你听。

继续我们刚才说的小王给小兰打电话例子。

首先，我们回到小王拿起手机开始拨打小兰号码的这个动作，小王的手机需要把拨号信息发出去，但他们俩的手机并没有通过一根线缆连在一起，所以打电话的这个过程显然是通过空气来传播的。

这是怎么做到的呢？靠的是电磁波。电磁波可以在空气中传播，当然声音也可以，但进入了移动通信时代后，远距离的通话我们已经不靠“吼”了，我们用手机，让手机通过**电磁波**的方式把我们的信息传送给对方。

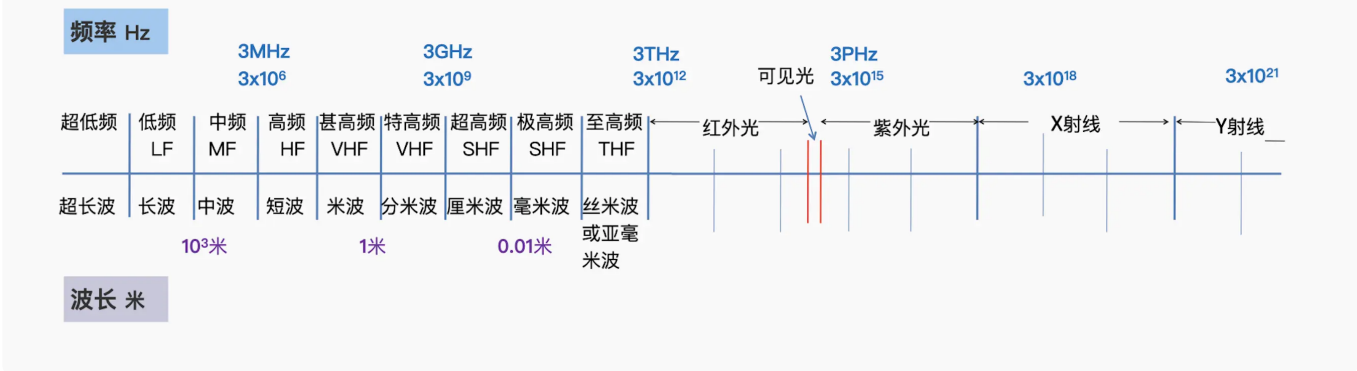
说到电磁波，你可能感觉有点陌生，但你一定知道光波，光波就是电磁波的一种。电磁波是以光速（300,000 公里 / 秒）来进行传播的，它遵循下面这个公式：



你先看看这个公式，你会发现光速是恒定的，电磁波的频率越高，电磁波的波长就越短，你先记住这一点。

为什么要跟你介绍这一点呢？这涉及到我们 5G 的频谱分布和频段规划的问题，这部分我会在第 7 讲详细和你介绍。在这里，你只要需要了解这东西是什么、有什么用，就够了。

电磁波是一种自然界中存在的资源，为了有效地开发和利用电磁波，人类根据电磁波的频率和波长对电磁波进行了分类。下面这个是根据电磁波频率从低到高的顺序，以及波长从大到小的排列顺序，制作而成的电磁波分布图。



电磁波分布图

可以看到，电磁波的频率分布范围很宽广。在实际使用中我们也会把电磁波分成连续的小段来使用，这每一个连续的小段就是频段。频段的带宽，就是用频段内电磁波的最高频率与最低频率相减得到的数字，单位是赫兹（Hz）。

举个例子，工信部分配给中国电信的 5G 频率是 3400MHz ~ 3500MHz，我们可以说中国电信获得的频段的带宽就是两数相减得到的 100MHz。

当前呢，移动通信现阶段使用的频率范围是在 100GHz 以下，随着 6G 技术的开发，未来移动通信使用的频率范围可能会高达太赫兹（THz），移动通信可以使用的潜在频率范围如下表：

特高频(UHF)	300MHz ~ 3000MHz	分米波	2G、3G、4G、5G
超高频(SHF)	3GHz ~ 30GHz	厘米波	5G
极高频(EHF)	30GHz ~ 300GHz	毫米波	5G（小于100GHz）
至高频(THF)	300GHz ~ 3000GHz	亚毫米波	未来6G（可能高达1000GHz）

好了，到这里你已经了解了移动通信是通过电磁波来传播信息，也掌握了频率和波长的相互关系、频段和频段的带宽，以及移动通信可以使用的频率范围。有了这些了解后，我们接着往下学。

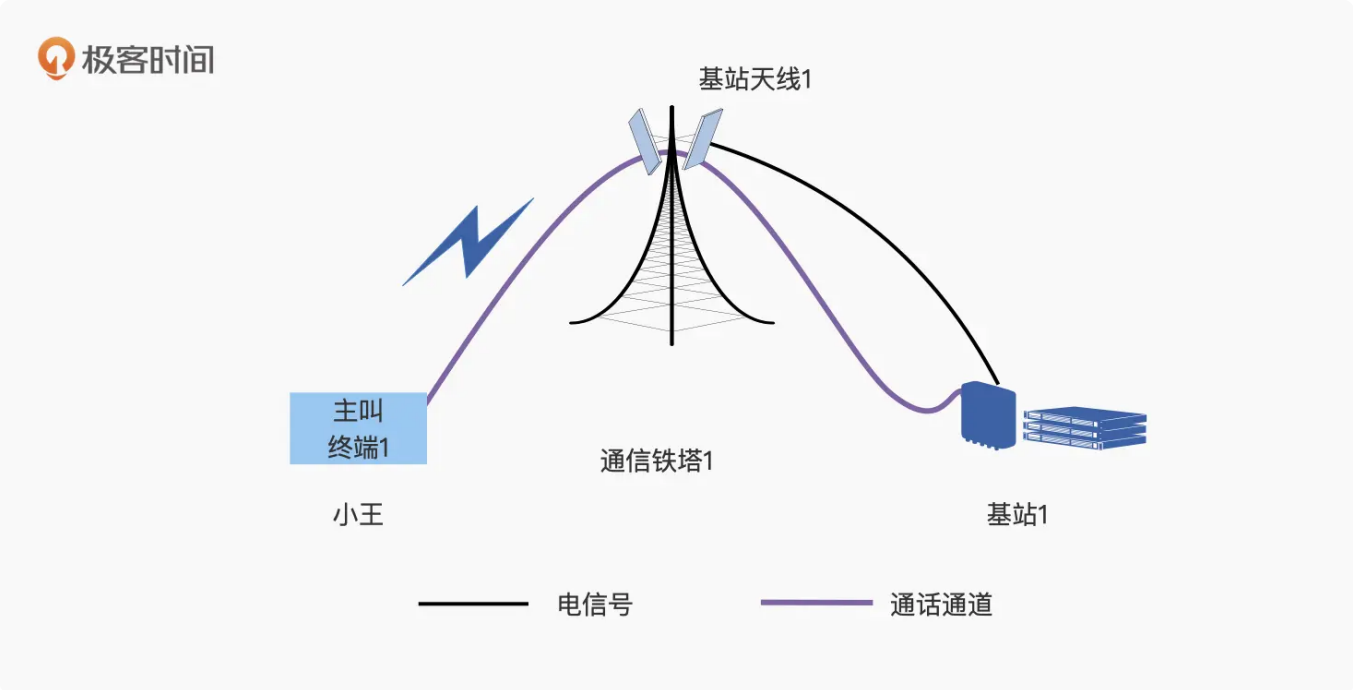
移动通信系统的构成和功能

我们继续小王和小兰的通话。

上面讲到小王的手机把拨号信息发出去后，这些信息通过电磁波的方式在空气中传送。

这些电磁波首先会和附近高高的铁塔上叫**天线**的家伙取得联系，天线接收到小王的拨号信息后，会立马把小王的拨号信息汇报给和它相连的设备，这个设备叫**基站**。由于这个基站比较娇贵，我们一般把基站放在一个靠近天线的小房子里，这个房子就**基站机房**。

在移动通信系统里，这样的铁塔、天线和基站的数量很庞大，为了方便管理，在功能上把它们组成一个网，有一个专有名字叫**无线接入网**。手机和基站天线之间发射和接收电磁波信号这个通道叫做**空口**。



无线接入网构成图

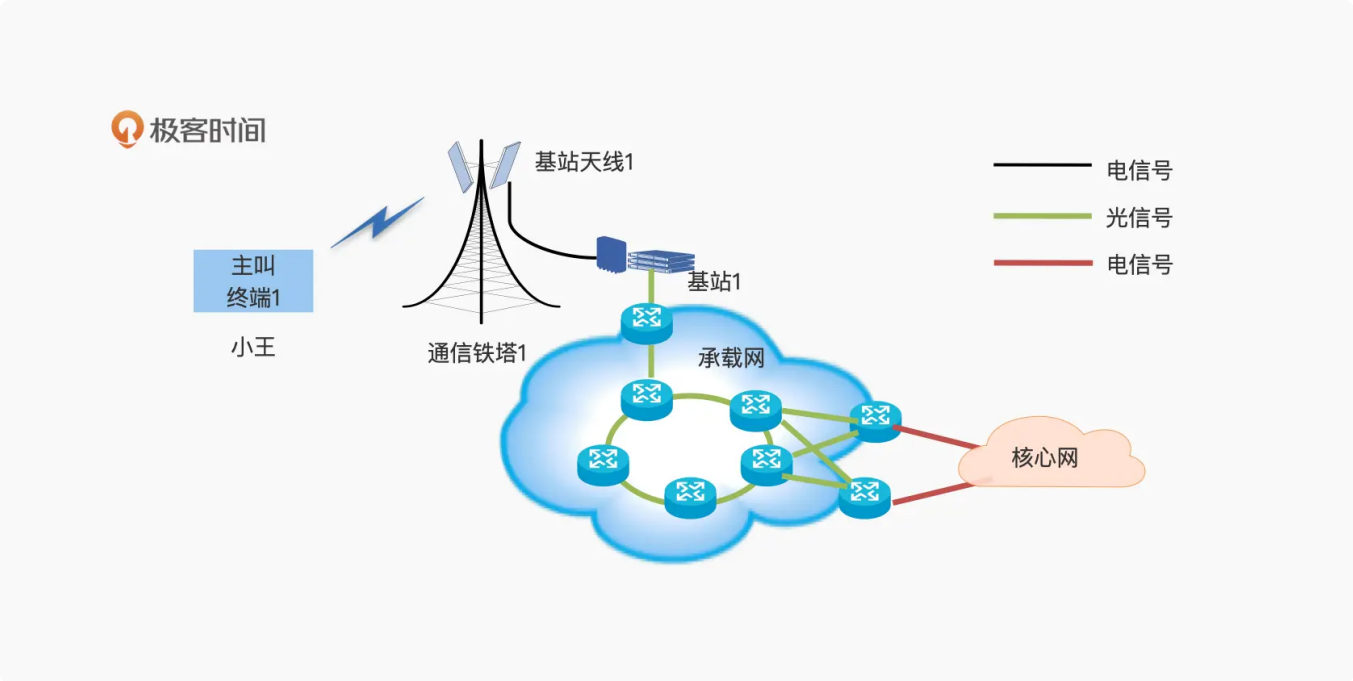
再继续看小王手机的拨号信息：基站通过**光纤**把小王的拨号信号继续往小兰那边传，这样的光纤都是埋在城市地下管道里，每个基站都有几根光纤来传送信息，一个城市基站的数量又很多，所以这样的光纤数目巨大。

另外，光纤经过一定的距离后信号会变弱，通常间隔一定的距离我们就会部署一些专门的设备，这些设备叫**光传输设备**，光传输设备用于汇聚大量的基站光纤和再次放大信号，这样的设备在功能上把它们组成一个网，叫**承载网**。

在这里你可能有个疑惑，我们是在讲移动通信系统，为啥又讲到光传输设备呢？

我来解释一下，这是因为无线接入网的大量基站设备分散安装于各个角落，而核心网一般位于运营商的核心机房，这两者之间的距离很远，从几公里到几百公里都有可能。

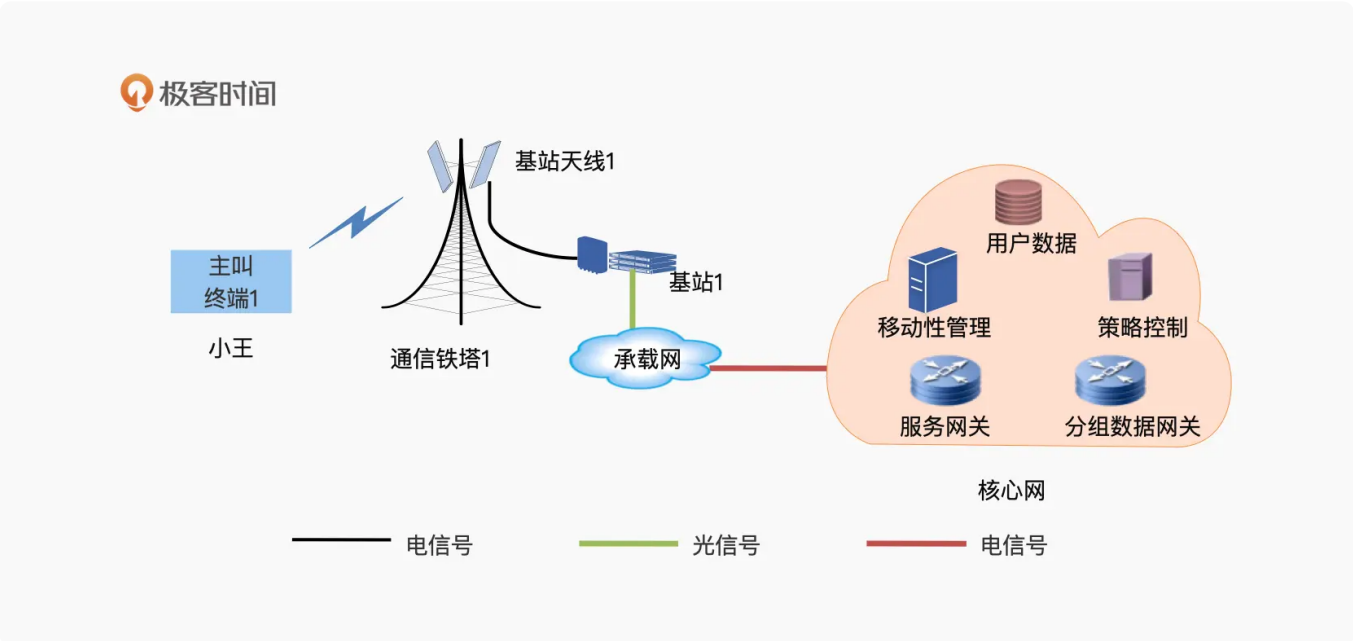
核心网设备的数据流和基站的数据流都是电信号，但是电信号在传输过程中衰减比较严重，没法传输这么远的距离。所以就有了这样的解决方法，我们先把核心网和基站的电信号转换成光信号，而光信号在传输过程中衰减小，能传输比较远的距离，因此我们在无线接入网和核心网之间就部署了一系列的光传输设备。



承载网构成图

这时，小王的拨号信息通过承载网就传输到运营商的中心机房了，机房里会有一类设备立马对小王的身份进行核实和验证，主要是看看小王有没有欠费。确认小王身份后，它们会再核实小兰的信息，看看小兰有没有欠费、关机还是开机状态，以及小兰目前大概在什么位置。

紧接着在这类设备的指导下，小王的拨号信息找到小兰的手机，并在小兰的手机上振铃，这类在运营商中心机房中的设备在功能上组成一个网，就是**核心网**。



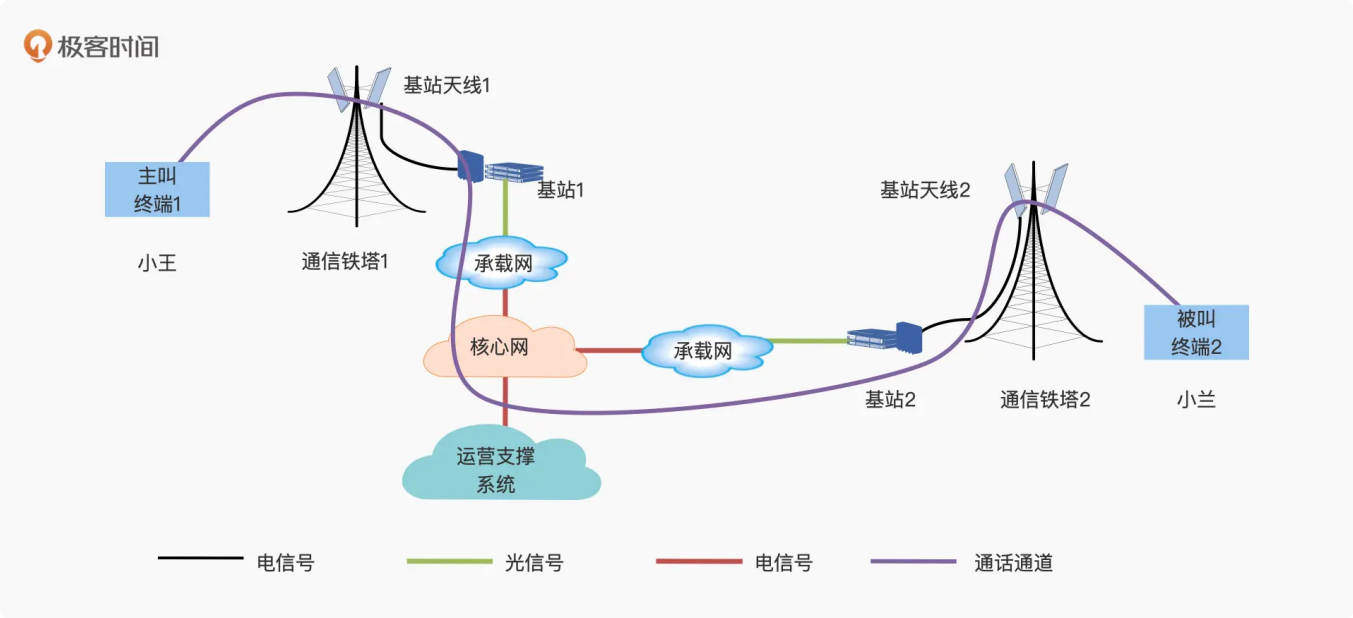
核心网的构成图

在小兰接通电话后，核心网接为小王和小兰之间建立了一条通信通道，同时核心网启动计时器，记录小王和小兰的通话的起始时间。小王和小兰打完电话后，核心网负责拆除这条通信通道，并停止计时器，然后把起止时间信息和通话时长信息整理后记录下来。

小王打完电话后，可以访问运营商的网站或者 App 查询这次通话的费用。运营商的**运营支撑系统**会从核心网中得到小王的本次通话信息，并结合小王签约的业务套餐，把本次通话的费用计算出来，还会把本次通话的费用和时间信息通过网址 /App 展示或者短信发给小王，让小王清清楚楚明明白白消费。

支撑小王和小兰通话的所有设备都要求 365X24 小时正常运转，为了保证这些设备能正常运转，运营支撑系统还负责对所有的无线接入网、承载网、核心网的设备进行维护和管理，这样可以保证小王和小兰每次通电话都顺畅无比。

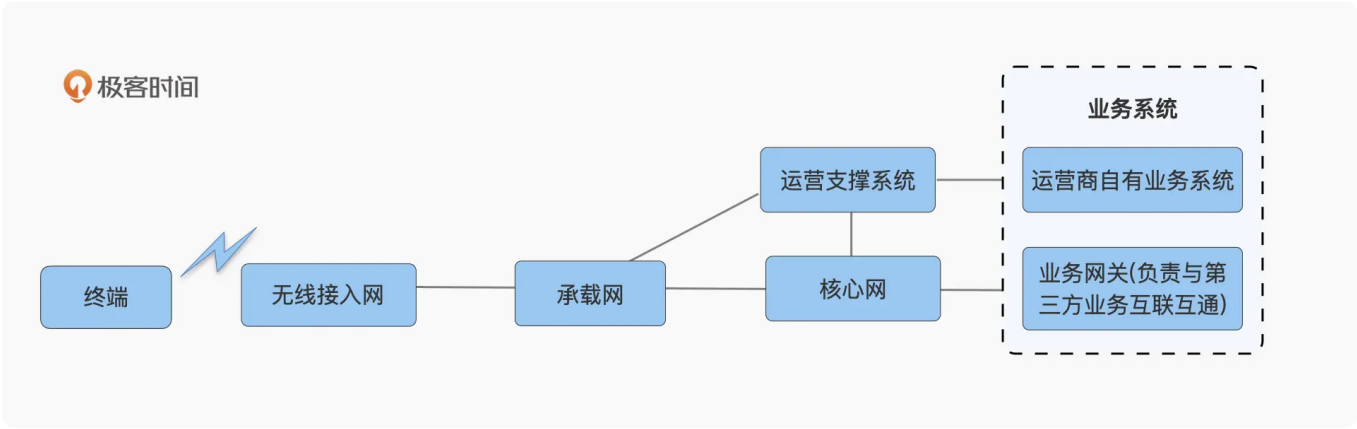
我们再通过一个完整的通话过程示意图来感受一下小王和小兰的本次通话。



电话通话过程示意图

你可以从图中看到，本次通话涉及的网元有：终端 1 、基站天线 1、基站 1 、承载网、核心网、基站 2、基站天线 2 、终端 2。

通过前面小王给小兰打电话的案例，我们已经知道了移动通信系统哪些功能模块构成，以及这些各个模块之间是如何协同工作的，在这里我把移动通信系统的构成图画了出来，便于你理解。



典型的移动通信系统组成

总结

好了，这节课到这里就结束了，让我们再回顾一下本课讲到的知识。

在这节课中，我们结合了一个典型的手机通话的实际案例，学习了移动通信的基础知识、移动通信的系统构成，以及了解到移动通信的各个部分是怎么一起协同工作的。

我们再来总结一下移动通信系统的子系统，它们包括终端、无线接入网、承载网、核心网、业务系统和运营支撑系统，这里也来归纳它们各自的特征：

终端：以手机为主，也包括数据卡以及各种行业终端设备；

无线接入网：由基站天线、基站以及连接它们的电缆构成；

承载网：包括各种光传输设备；

核心网：包括建立和拆除通信通道的设备，以及用户数据库（负责登记每个在网用户的信息）；

业务系统：包括运营商自己经营的业务系统（短信、彩信等），以及负责运营商和第三方业务互联互通的业务网关；

运营支撑系统：包括计费和网管功能。

这节课我们掌握了移动通信基础知识，将会为我们后续 5G 的学习打下良好的基础。下节课，我们会来学习 5G 技术标准化方面的内容。

课后思考题

学完了这节课，我想请你结合所学内容，分析下两个手机用户进行微信聊天的业务流程是怎样的，并把涉及的主要网元和业务流描述一下。

欢迎你和我一起学习，如果你有朋友也对移动通信基础知识感兴趣，也欢迎你把这节课分享给他。我是杨四昌，我们下节课见。

分享给需要的人，Ta订阅后你可得 20 元现金奖励

赞 1 提建议

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。 页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 02 | 从4G到5G：发展5G真的有必要吗？

下一篇 04 | 5G产业全景图：如何能高效、系统地掌握5G？

精选留言 (2)

写留言

Unknown element
2021-06-17

假设小明向小红发微信
首先小明输入信息，发送，然后信息会被手机以电磁波信号的形式发送到附近的基站，基站天线接收信号之后通过光缆经承载网传输到核心网，核心网通过用户数据库等做一系列判断，比如小红是否拉黑了小明，如果两人可以通话则将小明的信息经承载网传输到小红所在位置附近的基站，最后基站通过发射电磁波信号将小明的信息发送给小红，小红就...
展开

作者回复: 谢谢你的留言。

发微信和打电话过程大致相同，但是有一些不一样的地方。

打电话的业务过程直接已经内嵌在核心网设备中，核心网设备直接可以建立打电话的通道。而像短信、彩信这样的运营商自营业务需要业务系统来处理，微信不是运营商的业务，因此过程和短信、彩信又有些不一样。

具体过程如下：

首先小明输入信息，发送，然后信息会被手机以电磁波信号的形式发送到附近的基站，基站天线接收信号之后通过光缆经承载网传输到核心网，核心网通过用户数据库等做一系列判断，小明没有欠费，接下来核心网把小明的微信信息通过业务系统的业务网关（这个业务网关是连接第三方业务系统用的，在这里用于连接腾讯的微信系统），业务网关把小明的微信信息发给腾讯的微信系统，微信系统再把小明微信信息通过业务网关发给核心网，核心网这时再查询用户数据库，看看小红是否欠费、是否关机，以及大致在什么位置。下面会出现两种情况：

1. 如果小红关机：
这个微信信息会在业务网关有标记（未发送成功），同时返回发送不成功信息给腾讯微信系统，这条微信的内容在腾讯微信系统中存储着，小红开机后，手机立马向核心网汇报新的位置，进行位置信息更新，告诉核心网我开机了，目前大致在什么位置；与此同时小红的手机微信和腾讯服务器之间相互发送信息进行握手协议，告诉微信信息我已经在线了，有什么漏掉的信息可以发给我了，腾讯服务器就把刚才小明未发送成功的微信信息通过业务网关再次发到核心网，核心网把小明的微信信息经承载网传输到小红所在位置附近的基站，最后基站通过发射电磁波信号将小明的信息发送给小红，小红就成功接收到小明的信息了。

2. 小红没关机：
核心网把小明的微信信息经承载网传输到小红所在位置附近的基站，最后基站通过发射电磁波信号将小明的信息发送给小红，小红就成功接收到小明的信息了。

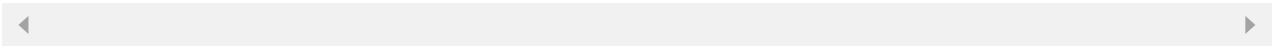
1 2

Ksnshejn
2021-06-17

“另外，光纤经过一定的距离后信号会变弱，通常间隔一定的距离我们就会部署一些专门的设备，这些设备叫光传输设备，光传输设备用于汇聚大量的基站光纤和再次放大信号，这样的设备在功能上把它们组成一个网，叫承载网。” ——这应该是指的传输网吧？

作者回复: 谢谢你的留言。

从3G时代开始，移动通信需要的传输带宽逐渐增多，因此需要专门规划传输设备来承载移动通信的数据。
对移动通信而言需要：传输（基站回传、通过城域汇聚，也有可能进入省干），最后信号到达核心网所在的区域后，通过三层交换机把信号送到核心网，通过这种方式，核心网和和基站就连接在一起。因此把这类移动通信需要的传输和三层交换机取个名字叫承载网，这个叫法从3G时代开始出现，4G之后这个叫法被业界接受，一直沿用下来。



1